



Рисунок 2 – Електрична принципова схема лабораторного стенду

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГЕНЕРАТОРА КОМБІНОВАНОГО ЗБУДЖЕННЯ ДЛЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЕЙ ТА ТРАКТОРІВ

Мартинов Ю.В.

Науковий керівник – Ліньков В.В., канд. техн. наук, доцент

Для автономних систем електропостачання вантажних автомобілів та тракторів представляють інтерес генератори комбінованого збудження індукторного типу з пульсуючим магнітним потоком. Основними недоліками таких генераторів є відносно погані масо-габаритні показники, що пояснюється низьким ступенем використання магнітного потоку в повітряному зазорі. Причиною цього є уніполярні пульсації магнітного потоку через зубчастого будови індуктора генератора. Підвищення використання магнітного потоку можливо за рахунок застосування постійних магнітів, розміщених в пазах індуктора. У цьому випадку магнітний потік між зубцями індуктора змінює свій напрямок і перша гармоніка результуючого поля збудження, утвореного спільною дією намагнічують обмотки збудження і постійних магнітів, призводить до збільшення ступеня використання магнітного потоку. У такому генераторі більша частина магнітного потоку створює ЕРС в обмотці статора, а постійна складова значно зменшена за рахунок зміни полярності магнітного потоку в зазорі. Це дозволяє знизити товщину втулки ротора і корпусу, обсяг концентричної обмотки збудження. Комбіноване збудження забезпечує надійне самозбудження і регулювання напруги автотракторного генератора. Надійне кріплення постійних магнітів на роторі забезпечується шляхом заливання магнітів не-

магнітними сплавами, напресовки на ротор тонкостінного циліндра з немагнітного матеріалу або виконання зубців ротора і магніту таких конфігурацій, ротора і магніту таких конфігурацій, які б забезпечили їх надійне кріплення між собою.

Спроекований і виготовлений генератор потужністю 1 кВт. Генератор виконаний по типу аксіальної збуджуємої індукторної машини з кільцевою нерухомою обмоткою збудження на статорі. У пакеті статора знаходиться п'ятифазна катушечна обмотка, полуфази якій розташовані на десяти зубцях статора, що має напівзакриті пази. Безобмотковий ротор має шість зубців, в пазах якого розташовані шість постійних магнітів. Магнітний потік, створюваний обмоткою збудження Φ_f , замикається через станину 6, пакет статора і індуктора і циліндр індуктора.

Магнітний потік постійних магнітів Φ_m частково замикається в пакеті статора через зубці індуктора, а частково в аксіальному напрямку через станину і циліндр індуктора. Напрямок цього потоку в станині і циліндрі індуктора, протилежно потоку, створюваному обмоткою збудження, що і зменшує постійну складову магнітного потоку. У пакеті ротора всі постійні магніти утворюють полюси однієї полярності, полюса іншої полярності утворюють зубці індуктора. Таким чином у зовнішній магнітного ланцюга генератора потоки обмотки збудження і постійних магнітів мають протилежний напрямок, але в пакетах статора і ротора вони спрямовані згідно.

П'ятифазна катушечна обмотка статора покладена в пази сердечника статора. Дві котушки обмотки статора, з'єднані послідовно і розташовані на протилежних зубцях, утворюють одну фазу. Зсув між осями фаз обмотки становить $2\pi / 5 = 72$ геометричних градусів. Число пар полюсів генератора визначається числом зубців ротора

$$p = z_c = 6$$

Тоді число пазів на полюс і фазу буде:

$$q_1 = \frac{z_c}{2p} = \frac{10}{12 \cdot 5} = \frac{1}{6}$$

Зубці ротора являють собою полюси однієї полярності, а постійні магніти інший. Магнітні потоки полюсів південний та північний полярності в повітряному зазорі спрямовані згідно.

Обмотка статора з'єднується в п'ятипроменеву зірку або багатокутник, що дозволяє змінювати величину випрямленої напруги приблизно в два рази.

На тимчасовій діаграмі зміни ЕРС генератора показані інтервали роботи катодного групи вентилів В1; В3; В5; В7; В9 і анодної групи

B2; B4; B6; B8; B10. Величина кута комутації γ залежить від величини комутуючий індуктивності генератора, яка в режимі двофазного короткого замикання може бути прийнята рівною X_d ". Процес переходу струму з однієї фази генератора на іншу (комутація вентилів) спотворює форму випрямленої напруги і зменшує його величину. Миттєве значення випрямленої напруги визначається лінійною напругою генератора, яке в комутаційному інтервалі зменшується за рахунок немиттєвого переходу з фази у фазу. Кожен клапан анодної групи по черзі працює з двома клапанами катодної групи. Наприклад, клапан B1 фази A в перебігу інтервалу в 36° працює з клапаном B6 фази c, а решта 36° працює з клапаном B8 фази D. Тоді в зазначеному інтервалі величина миттєвого напруги буде:

$$U_{AD} = U_A - U_D = 2U_A \cos 18^\circ = 1,9U_A$$

Струм має несинусоїдальний характер, і, за відсутності згладжує дроселя в ланцюзі навантаження, в кривій випрямленої струму з'являються пульсації, частота і величина яких залежить, насамперед, від фазності генератора. Приведені тимчасові діаграми зміни випрямленої напруги на анодної і катодної групах вентилів моста.

Розглянутий генератор виконаний за схемою самозбудження. Самозбудження забезпечується постійними магнітами. Напруга в процесі самозбудження подається на п'ятифазний некерований випрямляч з нульовим виводом і потім на обмотку збудження генератора.

Так як величина комутуючий індуктивності визначається не тільки фазами генератора, а й індуктивністю обмотки збудження, то спостерігається сильне спотворення випрямленої напруги. З'являються значні пульсації, обумовлені великим кутом комутації γ .

1. Розглянуто особливості конструкції генератора з комбінованим збудженням.

2. Запропонована і проаналізовано роботу електричної схеми п'ятифазний генератора на автономне навантаження і акумуляторну батарею.

3. Розроблено математичну модель генератора з комбінованим збудженням. За допомогою виразів математичної моделі можна досліджувати й аналізувати роботу генератора в стаціонарних і перехідних режимах.